



---

## Sachstand

---

### Zur Bedeutung der Blauzungenkrankheit und Botulismus für die menschliche Gesundheit

## Zur Bedeutung der Blauzungenkrankheit und Botulismus für die menschliche Gesundheit

Aktenzeichen: WD 8 - 3000 - 031/18  
Abschluss der Arbeit: 28. Mai 2018  
Fachbereich: WD 8: Umwelt, Naturschutz, Reaktorsicherheit, Bildung und Forschung

---

Die Wissenschaftlichen Dienste des Deutschen Bundestages unterstützen die Mitglieder des Deutschen Bundestages bei ihrer mandatsbezogenen Tätigkeit. Ihre Arbeiten geben nicht die Auffassung des Deutschen Bundestages, eines seiner Organe oder der Bundestagsverwaltung wieder. Vielmehr liegen sie in der fachlichen Verantwortung der Verfasserinnen und Verfasser sowie der Fachbereichsleitung. Arbeiten der Wissenschaftlichen Dienste geben nur den zum Zeitpunkt der Erstellung des Textes aktuellen Stand wieder und stellen eine individuelle Auftragsarbeit für einen Abgeordneten des Bundestages dar. Die Arbeiten können der Geheimschutzordnung des Bundestages unterliegende, geschützte oder andere nicht zur Veröffentlichung geeignete Informationen enthalten. Eine beabsichtigte Weitergabe oder Veröffentlichung ist vorab dem jeweiligen Fachbereich anzuzeigen und nur mit Angabe der Quelle zulässig. Der Fachbereich berät über die dabei zu berücksichtigenden Fragen.

---

## Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Einleitung</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>Blauzungenkrankheit</b>	<b>5</b>
2.1.	Zur Krankheit und Übertragbarkeit	5
2.2.	Zur Impfung	6
2.3.	Zur Ausbreitung und Bekämpfung	6
<b>3.</b>	<b>Botulismus (im Agrarsektor)</b>	<b>7</b>
3.1.	Einleitende Informationen zu Botulismus	7
3.2.	Botulismus beim Menschen	8
3.3.	Botulismus beim Rind	8
3.4.	Übertragungswege	9
3.5.	Zusammenhang mit Impfung gegen die Blauzungenkrankheit bei Rindern	11

## 1. Einleitung

Nachdem bereits vor gut einem Jahrzehnt Deutschland von der **Blauzungenkrankheit**<sup>1</sup> insbesondere bei Rindern betroffen war, mehren sich aktuell wieder Fälle der Krankheit. Die Krankheit (Serotyp 4 (BTV-4)) scheint sich, Angaben des Friedrich Löffler Instituts zufolge<sup>2</sup>, seit dem Jahr 2014 von Griechenland über den Balkan Richtung Nordwesten auszubreiten. Ende 2015 und Anfang 2016 waren auch Fälle in Österreich festgestellt worden. Bis 2016 waren vorwiegend Italien, Slowenien, Kroatien und Serbien betroffen. „Die Fälle im Norden Italiens, bei denen hauptsächlich Rinder und Schafe, aber auch einzelne Ziegen- und Muflonbetriebe betroffen sind, liegen zum Teil weniger als 150 km entfernt von der deutschen Grenze. Im Juni 2017 wurden sechs BTV-4-Ausbrüche und zwei BTV-1-Ausbrüche in Italien gemeldet. In Frankreich zirkuliert die Blauzungenkrankheit, Serotyp 8 (BTV-8), seit August 2015. Im Herbst 2016 stieg die Anzahl gemeldeter BT-Fälle wieder stark an und es kam zu einer Ausdehnung des betroffenen Gebiets. BTV-8 ist nach wie vor in Frankreich in weniger als 150 km Entfernung von der deutschen Grenze nachweisbar und stellt somit weiterhin eine Bedrohung für Deutschland dar.“<sup>3</sup> Seit einigen Jahren wird eine Impfung der Tiere empfohlen.<sup>4</sup>

Eine weitere Krankheit bei Rindern tritt immer wieder (weltweit) in landwirtschaftlichen Betrieben auf: **Botulismus**. Es handelt sich um eine Intoxikationskrankheit, der Keim (*Clostridium botulinum*) ist ein Umweltkeim, der sich im Erdboden oder in Sedimenten von Gewässern findet, aber auch in der Darmflora gesunder Tiere oder des Menschen im Sinne eines Normalbefundes nachgewiesen werden kann. Einige Stämme von *Clostridium botulinum* bilden ein potentes Neurotoxin, das Botulinum-Neurotoxin (BoNT). Die Gifte werden unter bestimmten Bedingungen von Bakterien der Spezies *Clostridium* (C.) *botulinum* im Lebensmittel oder Futtermittel gebildet und mit der Nahrung aufgenommen.<sup>5</sup> Prinzipiell können sowohl Menschen als auch Tiere erkranken, von den Nutztieren sind in erster Linie Rinder, aber auch Geflügel, wie Hähnchen und Puten, betroffen. Da insbesondere Landwirte und Familienangehörige, in deren Betrieben Rinder erkrankt sind, auch erkranken, werden seit einiger Zeit verschiedene Übertragungswege diskutiert. Die Ursache für die meist unspezifischen Symptome bei den erkrankten Menschen ist bis-

- 
- 1 Die Blauzungenkrankheit ist eine anzeigepflichtige Tierseuche der Wiederkäuer, die durch Viren verursacht und über Mücken der Gattung *Culicoides* übertragen wird.
  - 2 Vergleiche: Blauzungenkrankheit, Informationsseite des FLI: <https://www.fli.de/de/aktuelles/tierseuchengeschehen/blauzungenkrankheit/> [zuletzt abgerufen am 22. Mai 2018].
  - 3 Quelle: <https://www.fli.de/de/aktuelles/tierseuchengeschehen/blauzungenkrankheit/> [zuletzt abgerufen am 22. Mai 2018].
  - 4 Die Ständige Impfkommission Veterinärmedizin hat am 02.02.2016 eine Impfpflichtung herausgegeben: [https://www.openagrar.de/servlets/MCRFileNodeServlet/Document\\_derivate\\_00014011/Impfpflichtung\\_BTV\\_2016-02-02.pdf](https://www.openagrar.de/servlets/MCRFileNodeServlet/Document_derivate_00014011/Impfpflichtung_BTV_2016-02-02.pdf) [zuletzt abgerufen am 22. Mai 2018].
  - 5 Siehe auch: [http://www.bfr.bund.de/de/fragen\\_und\\_antworten\\_zu\\_botulismus-70355.html](http://www.bfr.bund.de/de/fragen_und_antworten_zu_botulismus-70355.html) [zuletzt abgerufen am 22. Mai 2018].

lang unklar. Der vor einigen Jahren ins Gespräch gebrachte sogenannte „viszerale“ oder „chronische“ Botulismus bei Rindern hat zu kontroversen Debatten geführt, und es wurde ein Verbundforschungsprojekt vom BMEL initiiert.

Verschiedentlich wurde auch ein Zusammenhang zwischen der Impfung von Rindern gegen Blauzungenkrankheit und einem Ausbruch von Botulismus bei den Tieren ins Gespräch gebracht sowie eine mögliche Übertragung auf den Menschen. Die vorliegende Arbeit bietet grundlegende Informationen zu beiden Krankheiten. Es wurde parallel nach einem wissenschaftlich belegten Zusammenhang zwischen Botulismus und Blauzungenkrankheit oder der Impfung recherchiert.

## 2. Blauzungenkrankheit

### 2.1. Zur Krankheit und Übertragbarkeit

Die Blauzungenkrankheit (Bluetongue disease - BT) ist eine vorwiegend bei Schafen und Rindern auftretende, akut verlaufende Erkrankung, die durch ein Virus (Blauzungenvirus (engl. Bluetongue virus, kurz BTV)<sup>6</sup>) hervorgerufen und über Mücken der Gattung Culicoides übertragen wird. Allerdings sind auch Ziegen, Neuweltkameliden und Wildwiederkäuer für die BT empfänglich. Gemäß Richtlinie 82/894/EWG des Rates vom 21. Dezember 1982 über die Mitteilung von Viehseuchen in der Gemeinschaft ist die Blauzungenkrankheit **meldepflichtig**.<sup>7</sup>

Die Blauzungenkrankheit wurde erstmals im späten 18. Jahrhundert von einem französischen Biologen, Francois de Vaillant, auf seinen Afrika-Reisen zwischen 1781 und 1784 als "tong-sikte" beschrieben. Durch die Entwicklung neuer molekularer Untersuchungsmethoden und durch Erkenntnisse in der Strukturbiologie, der Biochemie und Zellbiologie konnte das Virus und sein Infektionsweg weiter erforscht werden. Die BTV-Serotypen verändern sich fortlaufend und man geht davon aus, dass dies und die zunehmende Virulenz darauf hindeuten, dass „in der BT-Epidemiologie große und weltweite Veränderungen im Gange sind“.<sup>8</sup>

Die Krankheit ist laut EFSA (European Food Safety Authority) **nicht auf den Menschen übertragbar**; auch das Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit, Friedrich Löffler Institut, hält den „Erreger der Blauzungenkrankheit für den Menschen [für] nicht gefährlich.“<sup>9</sup> Im Jahr 2008 ist im Elsevier-Verlag ein wissenschaftlicher Band zum Thema „Bluetongue“ erschienen.<sup>10</sup> Hierin wird

---

6 Es sind verschiedene Serotypen bekannt. Im Zusammenhang mit den in Europa auftretenden Erkrankungen sind die Serotypen 4, 6 und 8 besonders wichtig.

7 Quelle: [https://ec.europa.eu/food/animals/animal-diseases/control-measures/bluetongue\\_en](https://ec.europa.eu/food/animals/animal-diseases/control-measures/bluetongue_en) [zuletzt abgerufen am 9. Mai 2018].

8 Vgl. Einleitung in: Peter Mertens Matthew Baylis Philip Mellor (Editoren): Bluetongue; ISBN: 978-0-12-369368-6; 2008.

9 Quelle: <https://www.fli.de/de/aktuelles/tierseuchengeschehen/blauzungenkrankheit/> [zuletzt abgerufen am 9. Mai 2018].

10 Peter Mertens Matthew Baylis Philip Mellor (Editoren): Bluetongue; ISBN: 978-0-12-369368-6; 2008.

der Forschungsstand detailliert aufgearbeitet. Eine Übertragung auf den Menschen wird auch darin ausgeschlossen.<sup>11</sup>

## 2.2. Zur Impfung

Da sich die Blauzungenkrankheit weiter in Richtung Deutschland ausgebreitet hat und die Tierseuche insbesondere bei Schafen und Ziegen zu schweren Erkrankungen und Todesfällen führen kann, wird dazu geraten, empfängliche Tiere gegen BTV-8 und BTV-4 impfen zu lassen. Einige Bundesländer bieten finanzielle Unterstützung für Impfungen gegen die Blauzungenkrankheit an. Die Ständige Impfkommision Veterinärmedizin hat am 2. Februar 2016 eine Impfempfehlung herausgegeben.<sup>12</sup>

Ganz allgemein müssen in Deutschland zu vermarktende Tierarzneimittel behördlich in Form einer nationalen Zulassung oder einer Zulassung durch die Europäische Kommission genehmigt werden. Die zuständigen nationalen Behörden für die Zulassung von Tierarzneimitteln in Deutschland sind das Paul-Ehrlich-Institut (PEI), das Friedrich-Loeffler-Institut (FLI) und das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL). Nach § 2 Absatz 2 Nr. 1 der Tierimpfstoff-Verordnung ist das PEI zuständig für die Zulassung von Impfstoffen. Eine Liste der durch das PEI zugelassenen Tierimpfstoffe findet sich im Internet.<sup>13</sup>

Laut Informationen des PEI sind die vorgeschriebenen Prüfverfahren zur Zulassung der fraglichen Impfstoffe geeignet, Verunreinigungen (wie beispielsweise vermehrungsfähige Botulismuserreger) nachzuweisen. Materialien, die Verunreinigungen zeigen, müssen unschädlich beseitigt werden. **Insofern schließt das PEI aus, dass in Deutschland zugelassene oder durch die Europäische Kommission genehmigte Impfstoffe gegen Blauzungenkrankheit mit vermehrungsfähigen Botulismuserregern verunreinigt sein könnten.**<sup>14</sup>

Desweiteren liegen dem PEI bisher **keine Studien vor, die eine möglicherweise herabgesetzte Immunantwort infolge der Impfung gegen Blauzungenkrankheit** und einer dadurch bedingten erhöhten Empfänglichkeit gegenüber bestimmten Krankheitserregern (beispielsweise Botulismuserregern) beschreiben.

## 2.3. Zur Ausbreitung und Bekämpfung

Eine konsequente Impfung der betroffenen Tierarten erscheint allerdings praktisch nicht einfach umsetzbar. So beurteilte die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit, EFSA, im vergangenen Jahr die vollständige Ausrottung der Blauzungenkrankheit als schwierig:

---

11 Ebd. Chapter 19: „BTV does not infect humans.“

12 Informationen des Paul-Ehrlich-Instituts: <https://www.fli.de/de/aktuelles/tierseuchengeschehen/blauzungenkrankheit/> [zuletzt abgerufen am 28. Mai 2018].

13 Vgl. [https://www.pei.de/DE/arzneimittel/impfstoff-impfstoffe-fuer-tiere/impfstoff-impfstoffe-fuer-tiere-node.html;jsessionid=51B6F40E5597D715CF654F11ED4EC813.2\\_cid319](https://www.pei.de/DE/arzneimittel/impfstoff-impfstoffe-fuer-tiere/impfstoff-impfstoffe-fuer-tiere-node.html;jsessionid=51B6F40E5597D715CF654F11ED4EC813.2_cid319) [zuletzt abgerufen am 28. Mai 2018].

14 Informationen des PEI vom 28. Mai 2018.

„Die Ausrottung der Blauzungenkrankheit ist sehr schwierig – hierzu müssten 95% der anfälligen Rinder und Schafe mindestens fünf Jahre in Folge geimpft werden, so die Schlussfolgerung der Sachverständigen. Im Anschluss an solche Massenimpfkampagnen wären sensible Überwachungssysteme erforderlich, die selbst eine geringe Virusprävalenz – von weniger als 1% der Tiere in einem überwachten Gebiet – erfassen können. Ansonsten könnte die Krankheit einige Jahre nach Abschluss der Impfkampagne wieder auftauchen. Überwachungssysteme sollten von Fall zu Fall eingerichtet werden, wobei diverse Aspekte zu berücksichtigen sind, wie etwa das zu überwachende geografische Gebiet und die epidemiologische Phase der Krankheit.“

### 3. Botulismus (im Agrarsektor)

#### 3.1. Einleitende Informationen zu Botulismus

Die Bakterien-Art *Clostridium botulinum* (*C. botulinum*) ist eine heterogene Gruppe Bakterien, die das Neurotoxin Botulinum produzieren können, der Wirkstoff, der Botulismus verursacht. Botulinum ist ein Protein-Toxin und gilt als das stärkste Toxin<sup>15</sup> in der Natur<sup>16</sup>. **Es existieren vier Gruppen C. botulinum Bakterien**<sup>17</sup>. *Clostridium botulinum* Gruppen I und II sind in erster Linie verantwortlich für den menschlichen Botulismus; *C. Botulinum*-Gruppe III ist verantwortlich für Botulismus bei verschiedenen Tierarten, hauptsächlich Vögel und Rinder; und *C. botulinum* Gruppe IV scheint nicht mit Botulismus bei Menschen oder Tieren assoziiert zu sein<sup>18</sup>. Im Wesentlichen sind **sieben verschiedene Arten von Botulinumtoxinen bekannt, bezeichnet als Typen A bis G**<sup>19</sup>. Botulinum Typen C und D sind mit Botulismus bei Tieren assoziiert, während Botulismus beim Menschen mit den Typen A, B, E, F in Zusammenhang gebracht wird. Die verschiedenen *C. Botulinum*-Gruppen unterscheiden sich auch signifikant in Bezug auf ihre phänotypischen Eigenschaften, wie Minimum und optimale Wachstumstemperaturen, proteolytische Aktivität, Kohlenhydratstoffwechsel und die Hitzebeständigkeit von Sporen.<sup>20</sup> In der nachfolgenden Tabelle werden einige Charakteristika zusammengeführt<sup>21</sup>:

- 
- 15 Siehe beispielsweise: <http://www.botulinumtoxin-ambulanz.de/botulinumtoxin.htm> [zuletzt abgerufen am 9. Mai 2018].
- 16 Schantz, E. J., and E. A. Johnson. 1992. Properties and use of botulinum toxin and other microbial neurotoxins in medicine. *Microbiol. Rev.* 56:80–99.
- 17 Collins, M. D., and A. K. East. 1998. Phylogeny and taxonomy of the food-borne pathogen *Clostridium botulinum* and its neurotoxins. *J. Appl. Microbiol.* 84:5–17. Sowie Carter, A. T., and M. W. Peck. 2015. Genomes, neurotoxins and biology of *Clostridium botulinum* Group I and Group II. *Res. Microbiol.* 166:303–317.
- 18 Carter, A. T., and M. W. Peck. 2015. Genomes, neurotoxins and biology of *Clostridium botulinum* Group I and Group II. *Res. Microbiol.* 166:303–317.
- 19 Collins, M. D., and A. K. East. 1998. Phylogeny and taxonomy of the food-borne pathogen *Clostridium botulinum* and its neurotoxins. *J. Appl. Microbiol.* 84:5–17. Sowie Carter, A. T., and M. W. Peck. 2015. Genomes, neurotoxins and biology of *Clostridium botulinum* Group I and Group II. *Res. Microbiol.* 166:303–317.
- 20 Frank Driehuis et al.: Animal and human health risks from silage; *Journal of Dairy Science* Vol. 101 No. 5, 2018.
- 21 Ebd., Seite 4095.

**Table 1.** Characteristics of *Clostridium botulinum* Group I, II, III, and IV (Collins and East, 1998; Carter and Peck, 2015)

Item	Group			
	I	II	III	IV
Botulinum toxin type	A, B, F, H <sup>1</sup>	B, E, F	C, D	G
Associated with botulism in	Humans	Humans	Animals	
Proteolysis	+	–	–	+
Optimum growth temperature	37°C	30°C	40°C	37°C
Minimum growth temperature	12°C	3°C	15°C	
Spore heat resistance <sup>2</sup>	D <sub>121°C</sub> = 0.21 min	D <sub>82.2°C</sub> = 2.4 min	D <sub>104°C</sub> = 0.1–0.9 min	D <sub>104°C</sub> = 0.8–1.1 min

<sup>1</sup>More than 1 toxin type may be formed.

<sup>2</sup>D-value (decimal reduction time) at specified temperature (i.e., time to a 10-fold reduction in viable spores).

### 3.2. Botulismus beim Menschen

Auf den Internetseiten des Robert-Koch-Instituts finden sich einführende Informationen zum Thema Botulismus bei Menschen.<sup>22</sup> Aus dem Jahr 2017 stammt ein Übersichtsartikel, in dem Diagnostik und Therapieformen von menschlichem Botulismus besprochen werden.<sup>23</sup>

Botulismus beim Menschen kommt weltweit vor; es handelt sich allerdings um eine vergleichsweise seltene Krankheit (Robert-Koch-Institut (RKI): Zwischen 2011 und 2017 wurden dem RKI 0-24 Botulismus-Fälle pro Jahr übermittelt. Neben einigen Sonderformen werden beim Menschen vier durch Botulinum-Neurotoxin (BoNT) verursachte Botulismustypen unterschieden: Nahrungsmittelbotulismus (Intoxikation), Säuglingsbotulismus, sehr selten adulter intestinaler Botulismus (Toxikoinfektion) und Wundbotulismus (Infektion mit Toxinbildung). Weiterhin werden die Formen Inhalationsbotulismus (nur durch künstlich hergestelltes aerosolisiertes BoNT) und iatrogener Botulismus genannt.

### 3.3. Botulismus beim Rind

Botulismus beim Rind ist eine Intoxikation und wird laut einer Publikation aus dem Jahre 2006 in der Regel durch BoNT haltige Futtermittel verursacht<sup>24</sup>. Laut Informationen des Friedrich Löffler Instituts wurden infolge der Postulierung einer weiteren Form beim Rind, dem sogenannten „viszeralen“ oder „chronischen“ Botulismus<sup>25</sup>, was zu kontroversen Debatten geführt hatte, ein Verbundforschungsprojekt „Bedeutung von *Clostridium botulinum* bei chronischen Krankheitsgeschehen“ vom BMEL initiiert.

22 Quelle: <https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/B/Botulismus/Botulismus.html?nn=2386228> [zuletzt abgerufen am 9. Mai 2018].

23 Sebastian Wendt et al.: Botulismus: Diagnostik und Therapie; Dtsch med Wochenschr 2017; 142(17): 1304-1312 DOI: 10.1055/s-0043-112232.

24 Braun U. [Botulism in cattle]. Schweiz Arch Tierheilkd. 2006 Jul;148(7):331-9

25 Böhnel et al. 2001, Krüger et al. 2012



Zur Zielsetzung des Projekts heißt es im „Schlussbericht Friedrich-Loeffler-Institut 2014 Teilprojekt ‘Clostridiendiagnostik’“<sup>26</sup>:

„In den letzten Jahren wird über eine bei Rindern vorkommende, zehrende Erkrankung diskutiert, die von einigen Autoren dem Botulismus zugerechnet wird und als „viszeraler“ oder „chronischer“ Botulismus bekannt wurde, d.h. es werden Sporen von *C. botulinum* aufgenommen. Diese keimen im Darmtrakt aus und vermehren sich. [Anmerkung: Auf diese Weise kommt es zur chronischen Bildung von BoNT im Darmtrakt.] Entsprechende Berichte in den Medien lenkten hierbei auch das allgemeine Interesse der Öffentlichkeit auf dieses Thema. Zudem wurde die Frage aufgeworfen, ob der „chronische Botulismus“ als Zoonose auf den Menschen übertragbar ist.“

Um die Ursachen dieser sehr kontrovers diskutierten Erkrankung bei Rindern, die mit einem schleichenden Verfall einhergeht und ganze Rinderbestände betreffen kann, zu klären, wurde im März 2012 eine gemeinsame Studie von mehreren Instituten der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover (TiHo) und dem Friedrich-Loeffler-Institut gestartet. Hierin sollte geklärt werden, ob ein Zusammenhang zwischen dem Auftreten chronischer Krankheitsgeschehen in Milchviehbetrieben und dem Vorkommen von *Clostridium (C.) botulinum* und der Bildung von Neurotoxinen besteht. Die Rinderklinik der TiHo koordinierte die Studie. **Im Ergebnis konnte die Hypothese „chronischer“ oder „viszeraler“ Botulismus nicht bestätigt werden:** „Die Untersuchungen der Kotproben ergaben in keiner der untersuchten Kotproben einen Hinweis auf BoNT. Somit kann die Hypothese des „viszeralen“ oder „chronischen“ Botulismus nicht bestätigt werden. Die im Teilprojekt geplanten Ziele konnten erreicht werden. Es wurden 1419 Kotproben untersucht, von denen 1388 (aus 139 Betrieben) in die Auswertung einbezogen wurden.“<sup>27</sup>

#### 3.4. Übertragungswege

In der wissenschaftlichen Literatur konnten **keine eindeutigen Belege** gefunden werden, dass **Botulismus direkt vom Rind auf den Menschen übertragen** wurde. Laut Informationen des Friedrich-Loeffler-Instituts seien entsprechende Vermutungen im Zusammenhang mit der Hypothese „viszeraler“ Botulismus bei Rindern in der Vergangenheit geäußert worden, konnten allerdings bislang nicht belegt werden.

Botulismusausbrüche bei Rindern treten immer wieder auf. Dennoch ist die unmittelbare Übertragung der Erkrankung auf Menschen im Sinne einer Infektion, Toxikoinfektion oder Intoxikation durch Kontakt mit betroffenen Tieren nicht belegt. Aktuell ist ein Übersichtsartikel in der Zeitschrift *Journal of Dairy Science* erschienen, in der Gesundheitsrisiken für Mensch und Tier ausgehend von Silage besprochen werden.<sup>28</sup> **Silage** kann mehrere potenziell gesundheitsgefährdende Inhaltsstoffe enthalten. Dies betrifft auch die Sicherheit von Milch und anderen Tiernah-

---

26 Martina Hoedemaker (Projektkoordination): Bedeutung von *Clostridium botulinum* bei chronischen Krankheitsgeschehen; <https://www.bmel.de/DE/Tier/Tiergesundheit/Tierseuchen/texte/ChronischerBotulismus.html> [zuletzt abgerufen am 9. Mai 2018].

27 Ebd., Abschlussbericht Seite 23.

28 Frank Driehuis et al.: Animal and human health risks from silage; *Journal of Dairy Science* Vol. 101 No. 5, 2018.

rungsmitteln. In dem Übersichtsartikel wird auf mikrobielle Gefahren, Pflanzentoxine und chemische Gefahren eingegangen. Mikrobielle Gefahren schließen Clostridium botulinum, Bacillus cereus, Listeria, Monocytogenes, Shiga-Toxin produzierende Escherichia coli, Mycobacterium bovis und verschiedene Schimmelpilzarten ein. Hohe Konzentrationen von C. botulinum in Silage werden immer wieder in Zusammenhang mit Rinderbotulismus genannt. Die Autoren stellen fest, dass die Wahrscheinlichkeit des Auftretens u.a. der beschriebenen mikrobiologischen Gesundheitsgefahren durch geeignete Silierverfahren abgemildert werden kann. C. botulinum Toxine können neben anderen Möglichkeiten beispielsweise durch eine schnelle Reduzierung des Silage-pH-Wertes auf <4,5 verhindert werden.

Es existieren nicht viele Studien zur Konzentration von C. botulinum Sporen in **Rohmilch**. Kanadischen Studien zufolge wird die Konzentration von C. botulinum Sporen in Rohmilch von nicht betroffenen Kühen auf ungefähr 1 Spore pro Liter geschätzt<sup>29</sup>. Milch und Milchprodukte sind nur selten an lebensmittelbedingtem Botulismus beteiligt. Obwohl C. botulinum-Sporen durch die Milch-Pasteurisierungsverfahren nicht inaktiviert werden (72-75 ° C für 15 sec.), ist eine Vermehrung von C. botulinum im Allgemeinen in den gekühlten Produkten ungewöhnlich. Für nicht gekühlte kommerziell sterile Produkte gibt es Wärmebehandlungsverfahren, um eine starke Sporenverminderung zu erreichen (mindestens 12-logarithmische Reduktion von C. botulinum-Sporen)<sup>30</sup>. Generell kann eine Übertragung von C. botulinum Sporen auf Milch während der Melkvorgänge auftreten<sup>31</sup>. Die Autoren bemerken, dass trotz Reinigung der Zitzen beim Melken<sup>32</sup> die derzeitigen Methoden in der Regel aus mikrobiologischer Sicht relativ ineffizient seien<sup>33</sup>. Tatsächlich werde ein signifikanter Anteil von Bakterien und Sporen von der Zitzenhautoberfläche nicht entfernt und beim Melken ab gespült<sup>34</sup>.

In einem Übersichtsartikel aus dem Jahr 2017 werden die unterschiedlichen Toxintypen aufgeführt sowie ihre diskutierten und/oder belegten Übertragungswege und Besonderheiten.<sup>35</sup>

- 
- 29 Collins-Thompson, D. L., and D. S. Woods. 1992. Control of C. botulinum in dairy products, Pages 261–278 in Clostridium botulinum: Ecology and Control in Foods. A. H. W. Hauschild and K. L. Dodds, ed. Marcel Dekker Inc., New York, NY.
- 30 Anderson, N. M. et al. 2011. Food safety objective approach for controlling Clostridium botulinum growth and toxin production in commercially sterile foods. J. Food Prot. 74:1956–1989.
- 31 Driehuis, F. 2013. Silage and the safety and quality of dairy foods: A review. Agric. Food Sci. 22:16–34.
- 32 FAO and IDF. 2011. Guide to good dairy farming practice. Animal Production and Health Guidelines. No. 8. Food and Agriculture Organization of the United Nations and International Dairy Federation, Rome, Italy.
- 33 Magnusson, M., A. Christiansson, B. Svensson, and C. Kolstrup. 2006. Effect of different premilking manual teat-cleaning methods on bacterial spores in milk. J. Dairy Sci. 89:3866–3875.
- 34 Ebd. Sowie Vissers, M. M. M., F. Driehuis, M. C. Te Giffel, P. De Jong, and J. M. G. Lankveld. 2007a. Quantification of the transmission of microorganisms to milk via dirt attached to the exterior of teats. J. Dairy Sci. 90:3579–3582
- 35 Sebastian Wendt et al.: Botulismus: Diagnostik und Therapie; Dtsch med Wochenschr 2017; 142(17): 1304-1312 DOI: 10.1055/s-0043-112232.

► **Tab. 1** Übersicht zu verschiedenen Botulinumtoxintypen. Diese unterscheiden sich hinsichtlich Humanpathogenität, Wirtsspezifität, Übertragungsmechanismus und epidemiologischer Verbreitung. In seltenen Fällen können von einem Stamm auch mehrere Toxintypen simultan sezerniert werden.

Toxintyp	Spezies (vorwiegend)	Übertragung	Besonderheiten
A	Mensch, Huhn	Gemüse, Fleisch, Honig, Drogen	größtes toxinogenes Potenzial
B	Mensch, Pferd, Rind	Gemüse, Fleisch (Schweinefleisch!), Honig, Drogen	in Europa (besonders Italien!) vorherrschend
C <sub>1(α)</sub>	Wasservogel	Pflanzen, Wirbellose	wahrscheinlich nicht humanpathogen
C <sub>2(β)</sub>	Rind, Pferd	kontaminiertes Tierfutter	wahrscheinlich nicht humanpathogen
D	Rind	kontaminiertes Tierfutter	wahrscheinlich nicht humanpathogen
E	Mensch, Fische, Wasservogel	Fische, Meeresfrüchte	meist milde Symptomatik; <i>C. butyricum</i>
F	Mensch	Fleisch, Honig	sehr seltener Toxintyp; <i>C. baratii</i>
G	Mensch?	Erdboden	in Argentinien entdeckt; <i>C. argentinense</i>
H	Mensch?	unbekannt	bisher 1 Fall in den USA beschrieben

### 3.5. Zusammenhang mit Impfung gegen die Blauzungenkrankheit bei Rindern

Die Recherchen der wissenschaftlichen Literatur (peer-reviewed) im Zusammenhang mit der vorliegenden Arbeit ergaben keine Hinweise auf einen Zusammenhang von Botulismusausbrüchen und einer Impfung gegen Blauzungenkrankheit bei Rindern. Auch Anfragen an das Friedrich-Loeffler-Institut ergaben, dass nach ihrem Kenntnisstand der wissenschaftlichen Literatur bislang kein Zusammenhang belegt wurde.

\*\*\*